

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-340501

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl. H01L 21/027  
F27D 3/12  
F27D 5/00  
F27D 7/06

(21)Application number : 2000-106757 (71)Applicant : APPLIED MATERIALS INC  
(22)Date of filing : 07.04.2000 (72)Inventor : SHAPER CHARLES D

## (30)Priority

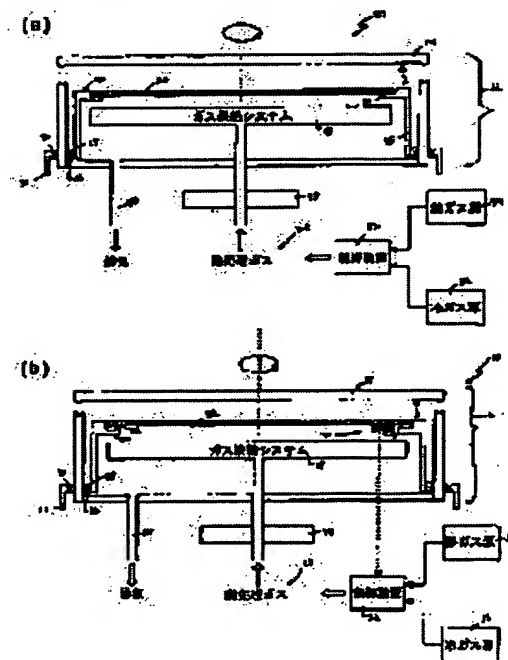
Priority number :	99 287947	Priority date :	07.04.1999	Priority country :	US
-------------------	-----------	-----------------	------------	--------------------	----

## (54) DEVICE AND METHOD FOR HEAT-TREATING SUBSTRATE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To surely control the temperature of a substrate by adjusting the parameters of a heat-treatment gas, that is supplied to the substrate in accordance with a prescribed heat treatment period for adjusting the temperature of the substrate and causing relative rotation of the substrate and a gas supply system.

**SOLUTION:** A substrate support body 16 is rotated at an appropriate speed. Then, while a relatively hot gas and a relatively cold gas are supplied from a heat source 34 and a cold gas source 36 to a substrate 2 via a gas supply system 18 by a control device 32, while controlling the flow rate, mixing ratio, and temperature, thus obtaining a desired substrate temperature distribution over a long time. Also, the substrate support body 16 may be fixed and the gas supply system 18 may be rotated, thus uniformly controlling the temperature of the substrate 22 by relatively rotating the substrate support body 16 and



the gas supply system 18. Also, nonuniformity caused by swelling, shrinkage, or the like of the plate is eliminated, since gas is used as compared with a case where the substrate 22 as a whole is brought into contact with the hot or cold plate as in prior art.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision  
of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-340501

(P 2 0 0 0 - 3 4 0 5 0 1 A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H01L 21/027		H01L 21/30	567
F27D 3/12		F27D 3/12	Z
5/00		5/00	
7/06		7/06	C
		H01L 21/30	566
		審査請求 未請求 請求項の数29 O L	(全9頁)

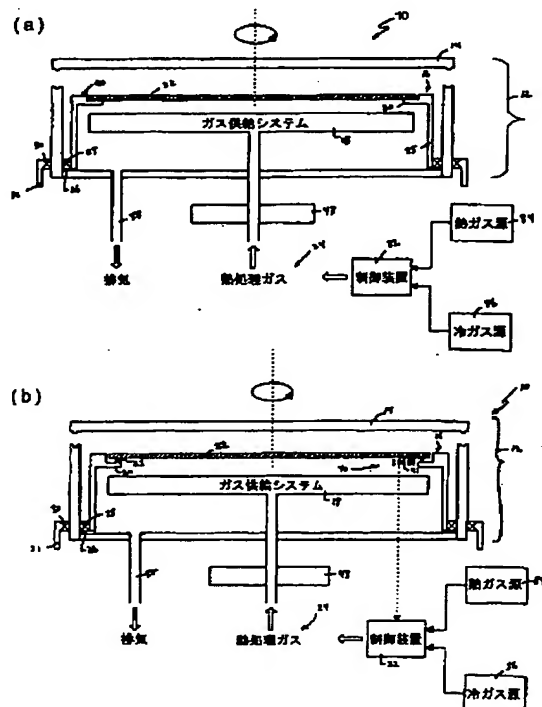
(21) 出願番号	特願2000-106757 (P 2000-106757)	(71) 出願人	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド APPLIED MATERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050
(22) 出願日	平成12年4月7日 (2000.4.7)	(72) 発明者	チャールズ ディ. シェイパー アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ユニオン シティ, フィン コーヴ コート 4170
(31) 優先権主張番号	09/287947	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)
(32) 優先日	平成11年4月7日 (1999.4.7)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 基板を熱処理する装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 基板を熱処理するための装置及び方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板を熱処理するためのスキーム (装置及び方法) が記載されている。本発明のスキームでは、基板を支持し、基板へ熱処理ガスを供給する。所定の熱処理周期に従い、長時間に渡って基板へ供給する熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節することによって、基板の温度を制御する。また、基板支持体とガス供給システムとの間に相対回転運動を発生させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を熱処理する装置であって、基板を支持するように構成された基板支持体と、この基板支持体によって支持された基板へ熱処理ガスを供給するように構成されたガス供給システムと、所定の熱処理周期に従って長時間に渡って前記基板へ供給される前記熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節することによって、前記基板の温度を制御するように構成された制御装置と、前記基板支持体と前記ガス供給システムとの間に相対回転運動を生じさせるように構成されたロテータを含む装置。

【請求項 2】 前記制御装置は、加熱及び冷却熱処理周期を介して基板の温度を制御するように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】 前記基板を支持するために、前記基板支持体が前記基板の底面の僅かな部分に接触するように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】 前記基板を支持するために、前記基板支持体が前記基板の底面の外周縁領域にのみ接触するように構成されている請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】 前記基板支持体は、前記基板を支持するときに基板の底面に接触するように構成された複数の支持ピンを含む請求項 3 に記載の装置。

【請求項 6】 前記ガス供給システムは、前記基板の一方の表面のみへ前記熱処理ガスを供給するように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】 前記ガス供給システムは、前記基板の底面のみへ前記熱処理ガスを供給するように構成されている請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】 前記ガス供給システムは、前記基板の上面のみへ前記熱処理ガスを供給するように構成されている請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】 前記ガス供給システムは、ガス供給システムを前記基板へ近づける、あるいは前記基板から離すように構成されたアクチュエータを含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】 前記ガス供給システムは、水冷式である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】 前記ガス供給システムは、前記基板へ比較的熱いガスを供給するものと、比較的冷たいガスを供給するものとの別個のシステムを含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】 前記別個のガス供給システムは、所定の時間に前記基板の第一の領域へ比較的熱いガスを供給し、前記基板の第二の異なる領域へ比較的冷たいガスを供給するように構成されている請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】 前記ガス供給システムは、比較的熱いガスと比較的冷たいガスとを混合して所望の混成ガス温

度を得、そして前記基板へ混成ガスを供給するように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】 前記ガス供給システムは、前記基板の外周領域へ第一の流量で、そして前記基板の中央領域へ前記第一の流量よりも少ない第二の流量で熱処理ガスを供給するように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】 前記ガス供給システムは、前記基板へ熱処理ガスの流れを供給するように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】 前記ロテータは、前記基板支持体を回転させるように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 17】 前記ロテータは、前記ガス供給システムを回転させるように構成されている請求項 1 に記載の装置。

【請求項 18】 前記ガス供給システムによって前記基板に供給されるガスの温度をモニターするように構成された温度センサをさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 19】 前記基板に隣接して配置され、前記基板の温度をモニターするように構成された温度センサをさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 20】 基板を熱処理する装置であって、基板を支持するための手段と、前記基板へ熱処理ガスを供給するための手段と、所定の熱処理周期に従い、長時間に渡って前記基板に供給する熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節することによって、前記基板の温度を制御する手段と、前記基板支持体と前記ガス供給システムとの間に相対回転運動を起こすための手段とを含む装置。

【請求項 21】 基板を熱処理する方法であって、基板を支持する工程と、この基板へ熱処理ガスを供給する工程と、所定の熱処理周期に従い長時間に渡って前記基板へ供給する熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節することによって、前記基板の温度を制御する工程と、および基板支持体とガス供給システムとの間に相対回転運動を起こす工程とを含む方法。

【請求項 22】 前記ガス供給工程が、前記基板へ比較的熱いガスを供給する工程と、前記基板へ比較的冷たいガスを供給する工程とを含む請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】 前記基板温度制御工程が、前記ガス供給システムを比較的熱いガスの源へ、あるいは比較的冷たいガスの源へ選択的に結合することを含む請求項 21 に記載の方法。

【請求項 24】 前記基板温度制御工程が、比較的熱いガスを比較的冷たいガスに混合して所望の混成ガス温度を得ることを含む請求項 21 に記載の方法。

【請求項 25】 前記ガス供給工程が、前記基板へのガスの流れとしてガスを供給することを含む請求項 21 に記載の方法。

【請求項 26】 前記相対運動工程が、前記基板支持体

10

20

30

40

50

を回転させることを含む請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 7】 前記相対運動工程が、前記ガス供給システムを回転させることを含む請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 8】 前記基板へ供給されるガスの温度をモニターする工程をさらに含む請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 9】 前記基板の温度をモニターする工程をさらに含む請求項 2 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この出願は、本明細書に組み入れる同時係属中の出願である、1998年3月11日に提出され出願番号09/041,471号、発明の名称「熱サイクリングモジュール」に関連するものである。

【0002】

【従来の技術】 本発明は、基板を熱処理するための装置及び方法に関するものである。

【0003】 基板の処理は、しばしば、基板の熱処理（例えば、加熱及び冷却）を伴う。例えば、フォトリソグラフィによって集積回路を製造するためには、半導体ウェーハ等の基板をフォトリソ膜で被覆し、熱処理を施さなくてはならない。基板は、フォトリソ膜の加工工程の一部として、フォトリソ膜層を凝固する、あるいは硬化させる、あるいは深紫外線リソグラフィで用いる酸を触媒として加えたフォトリソ膜層の化学的遷移を早めるために、制御された熱サイクルにさらすことになる。典型的には、基板は、高温（例えば、70から250℃）に加熱され、所定の時間（例えば、30から120秒）その高温に維持され、それから低い温度（例えば、0から30℃）へ冷却される。これらの熱処理は、後蒸気下塗り（after vapor prime）、スピコート、露光、そして現像の工程を含み、フォトリソグラフィの流れの多数の個所において行われる。このような熱処理中は、高い収率を達成するために、基板の温度をしっかりと制御するべきである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 一つの局面において、本発明は、基板を熱処理する方法を提供する。この方法は、基板を支持する工程と、基板へ熱処理ガスを供給する工程と、所定の熱処理周期に従い、長時間に渡って基板に供給する熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節することによって基板の温度を制御する工程と、そして基板支持体とガス供給システムとの間に相対回転運動を発生させる工程とを含む。基板を基板支持体によって支持し、熱処理ガスをガス供給システムによって供給し、基板の温度を制御装置によって制御し、そして相対回転運動をロータによって発生させてもよい。

【0005】 実施形態は、次の特徴の一つ以上含んでもよい。

【0006】 制御装置は、加熱及び冷却熱処理周期を介して基板の温度を制御するように構成してもよい。基板を支持する基板支持体は、基板の底面の僅かな部分だけに接触するように構成してもよい。例えば、基板支持体は、基板を支持するときに、基板の底面の外周縁領域だけに接触するように構成してもよいし、あるいは、基板の底面に接触するように形成した複数の支持ピンから構成してもよい。ガス供給システムを基板へ近づける、あるいは基板から離すために、アクチュエータを設けてもよい。

【0007】 ガス供給システムは、単に、基板の一方の表面へ熱処理ガスを供給するように構成してもよい。例えば、ガス供給システムは、基板の底面あるいは上面だけに熱処理ガスを供給するように構成してもよい。ガス供給システムは、基板へ比較的熱いガスを供給するものと、比較的冷たいガスを供給するものとの別個のシステムから構成されてもよい。別個のガス供給システムは、常時、基板の第一の領域へ比較的熱いガスを供給し、基板の第二の異なる領域へ比較的冷たいガスを供給するように構成してもよい。ガス供給システムは、比較的熱いガスと比較的冷たいガスとを混合して所望の混合ガス温度を得、この混合ガスを基板へ供給するように構成してもよい。ガス供給システムは、第一の流量で基板の外周縁領域へ、そして第一の流量よりも少ない第二の流量で基板の中央領域へ熱処理ガスを供給するように構成してもよい。ガス供給システムは、基板へ熱処理ガスの流れを導くように構成してもよい。

【0008】 ロータは、基板支持体を回転させるように構成してもよいし、あるいは、ガス供給システムを回転させるように構成してもよい。さらに、ガス供給システムによって基板へ供給されるガスの温度をモニターするための温度センサを設けてもよい。多数の分配部位における供給ガス温度を感知するように、多数の温度センサを基板に近接させて配置してもよい。これら多数の温度センサは、熱伝達ガスの流量を調整するフィードバック制御装置と組み合わせて構成してもよい。

【0009】 本発明の利点を下記に示す。基板支持体とガス供給システムとの間に相対回転運動を発生させることによって、本発明は、基板全体に渡る均一な（角度的に均一な、そして半径方向に均一な）温度制御を提供する。また、熱いあるいは冷たいプレートへの接触に頼らず、熱処理ガスで基板を加熱、そして冷却することによって、本発明は、熱サイクル中、プレートの膨張及び収縮、あるいは平坦でない基板による不均一な間隙に起因する不均一性の問題を避けることができる。さらに、基板を熱処理ガスで直接加熱することによって、本発明は、少ないエネルギー消費で、基板の急速な温度変化をもたらすことが可能である。

【0010】 本発明の他の特徴及び利点については、図面及び請求項を含む次の説明から明らかになるであろう

う。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図1(a)を参照すると、熱処理装置10は、蓋14を持つハウジング12内に、基板支持体16とガス供給システム18とを含む。基板支持体16には、基板22(例えば、半導体ウエハ、フラットパネル・ディスプレイあるいは矩形フォトマスク)の外周縁に接触する支持環20が設けられている。支持環20は、単に、基板20の底面の僅かな部分に接触するため、基板底面の大部分は、ガス供給システム18が送出する熱処理ガス24にさらされることになる。支持環20は、さらに、ベアリングアセンブリ26によって旋回可能に支持された支持管25上に取り付けられている。また、ベアリングアセンブリ26上に取り付けられたマグネット28は、駆動リング32上に取り付けられたマグネット30に磁氣的に結合している。作動中、駆動リング31の回転が、磁性カプリングを介して、支持管25及び支持環20を回転させる。代替的な実施形態においては、ベアリングアセンブリ26とマグネット28及び30とを、密閉駆動アセンブリで置き換えてもよい。ハウジング12は、非反復性温度処理にならないように、水冷式であることが好ましい。

【0012】図1(b)に示すように、他の実施形態では、基板22を複数の支持ピン23上に支持してもよい。

【0013】ガス供給システム18は、基板22に熱処理ガス24を供給するように構成されている。制御装置32は、比較的熱いガスの熱ガス源34と、比較的冷たいガスの冷ガス源36とに結合されている。制御装置32は、上述の熱処理周期に従って、基板の温度を制御するために、長時間に渡って熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節する。熱処理ガス24は、排気管38を介してハウジング12から除かれる。基板22の温度は、近接温度センサ40(例えば、熱電対)によってモニターされる。図1(b)に示すように、温度センサ40は、基板22の裏面に隣接して位置する複数の熱電対プローブ41を含んでもよい。これらプローブ41から制御装置32へ信号が送出されるため、制御装置32は熱処理ガスの一つ以上のパラメータを調節することができる。

【0014】操作するには、まず、基板22を熱処理装置10内へ入れて、ガス供給システム18の上方にある支持環20の上に載せる。蓋14を閉じ、そして基板支持体16を適当な速度(例えば、60 rpm)で回転する。下記に詳しく説明するが、制御装置32は、(例えば、源34及び36からのガスの流量、混合比、そして/あるいは温度を制御することによって)源34からの比較的熱いガスと、また、源36からの比較的冷たいガスとを供給制御し、長時間に渡って所望の基板温度分布を得る。基板22を急速に(例えば、1秒につき5℃

で)高温(例えば、約70℃から約250℃)へ均一に加熱し、そして所定時間(例えば、約30秒から90秒間)その温度に維持してもよい。その後、基板22を急速に(例えば、1秒につき5℃で)低温(例えば、約0℃から約30℃)へ均一に冷却してもよい。その後、基板22を一定時間その温度に維持してもよいし、あるいは、すぐに装置10から外してもよい。

【0015】ガス供給システム18には、ガス供給システム18を基板22に対して近づく、または離れるように移動させるアクチュエータ43(例えば、ウォーム・ネジ機構)が備えられている。これによって、基板22の処理後における基板が熱処理装置10から外される前に、ガス供給システム18と基板22との間の熱相互作用(例えば、局所的な温度変動を起こす基板22への対流熱伝達)が減少する。ガス供給システム18の外周温度を制御するために、ガス供給システム18のガス供給路の周りに水冷管を設けてもよい。また、ガス供給システム18のガス供給路を断熱するために、断熱材を用いてもよい。

【0016】図2を参照すると、この他の実施形態では、ハウジング12に直接取り付けられた固定基板支持体44に対して、ガス供給システム42を回転させるようにして、ガス供給システム42と基板22との間の相対運動を可能にしている。ガス供給システム42は、ハウジング12の底部壁の、密閉されたベアリングアセンブリ46を通して延びてロータ48(例えば、回転モータ)に結合している。ロータ48は、直接的に、あるいは伝動ベルトを介して間接的に、ガス供給システム42へ結合された駆動軸50を回転させる。

【0017】図3(a)及び図3(b)を参照すると、この実施形態においては、ガス供給システム60は、基板22の底面へ、源34から比較的熱いガスを、そして源36から比較的冷たいガスを各々供給するための別個の経路62及び64を含む。このため、いつも、源36から比較的冷たいガスが基板底面の一つの領域(冷領域66)へ供給され、そして源34から比較的熱いガスが基板底面の異なる領域(熱領域68)へ供給される。基板22を回転(あるいは択一的にガス供給システム60を回転)することによって、基板22の底面を冷領域66と熱領域68とに均一にさらすことで、所望の平均基板温度を得ることが可能である。経路62及び64を通るガス流量を調節する、あるいは源34及び36から供給されるガスの温度を調節する、または、これらの両方を行うことによって、制御装置32が、所定の熱処理周期に従って基板22の温度を制御するようにしてもよい。例えば、基板22の温度を上げるためには、制御装置32は、経路64を通るガス流量に対して経路62を通るガス流量を増加させてもよいし、択一的に、基板22の温度を下げるために、経路62を通るガス流量に対して経路64を通るガス流量を増加させてもよい。制御

装置32は、適当な（開ループあるいは閉ループ）制御アルゴリズムに従い、温度センサ40から受ける信号に応じて、基板22へ供給する熱処理ガスのパラメータを調節してもよい。

【0018】図3（b）に示すように、基板22の底面における複数の熱領域70から74、そして冷領域76から82へ熱処理ガスを供給するようにガス分配システム60を構成してもよい。熱領域70から74は、各々が経路62（図3（a））へ連結されたガス供給管86及び88の壁を通る複数のオリフィス84によって形成される。同様に、冷領域76から82は、各々が経路64（図3（a））へ連結されたガス供給管90及び92の壁を通る複数のオリフィス84によって形成される。一つの実施形態においては、基板の中心に近い位置にあるオリフィス上を通る基板容積に比べて、外周オリフィス上を通過する基板容積が大きいことを考慮して、開口密度（ガス供給管の単位長さ当たりのオリフィス数）は、ガス供給システムの外周領域において大きくなるように形成されている。

【0019】図4（a）及び4（b）に示すもう一つの実施形態においては、ガス供給システム100は、基板22の底面へ混合熱処理ガス104を供給する経路102を含む。この場合、基板22を回転（あるいは択一的に、ガス供給システム60を回転）させて、混合熱処理ガス104へ基板22の底面を均一にさらして所望の平均基板温度を得る。冷ガスと熱ガスとの混合比率を調節する、源34及び36から供給するガスの温度を調節する、あるいは、これら両方を行うことによって、制御装置32が、所定の熱処理周期に応じて基板22の温度を制御するようにしてもよい。例えば、基板22の温度を上げるためには、制御装置32は、冷ガス源36から受ける冷ガスの流量に対して、熱ガス源34から受ける熱ガスの流量を増加させてもよいし、択一的に、基板22の温度を下げるために、熱ガス源34から受ける熱ガスの流量に対して、冷ガス源36から受ける冷ガスの流量を増加させてもよい。制御装置32は、適当な（開ループあるいは閉ループ）制御アルゴリズムに従い、経路102に設けられた温度センサ106から受ける信号に応じて、基板22へ供給する混合熱処理ガスのパラメータを調節してもよい。

【0020】図4（b）に示すように、ガス供給システム100は、ハブ112から突き出して支持環114に連結した4本のガス供給アーム110を持つ十字形部材108を含む。各アーム110には、複数のオリフィス116（あるいはノズル）が設けられている。これらのオリフィス116は、各アーム110内の経路へ連結し、この経路がさらに、混合熱処理ガス104を受けるための経路102へ連結している。一つの実施形態においては、基板の中心近くに位置するオリフィス上を通過する基板容積に比べて外周のオリフィス上を通過する基

板容積がより大きいことを考慮して、ガス供給システムの外周領域の開口密度（ガス供給アームの単位長さ当たりのオリフィス数）が大きくなるように形成されている。

【0021】熱処理ガス24は、空気、窒素、あるいは、ヘリウムやアルゴン等の不活性ガスからなる。熱ガス源34は、熱ガスの温度を、予め定めた高温（例えば、約70℃から約250℃）へ積極的に上昇させる加熱システム（例えば、熱フィラメント）を含む。冷ガス源36は、室温（例えば、25℃）にある空気を単に供給する、あるいは冷ガスの温度を、予め定めた低温（例えば、約0℃から約30℃）へ積極的に下降させる冷却システムを含んでもよい。また、冷ガス源36は、予め定めた低温を越える温度へ、冷ガスの温度を選択的に上昇させる加熱システムを含んでもよい。基板22の底面は、上記ガス供給システムのオリフィス（あるいはノズル）から約2cmの距離にある。作動中、ハウジング12の内部は大気圧であり、熱処理ガスは、毎分約150立方フィートの流量で基板22に向かって流れる。一般的に、この流量は、基板支持体から基板22を持ち上げるのに必要な流量よりも少ない。

【0022】本発明の範囲内において、他の実施形態も可能である。例えば、図5に示すもう一つの実施形態においては、熱処理ガス24を基板22の上面へ供給してもよい。この実施形態の他の特徴に関しては、図1

（a）の実施形態で説明したものと同様である。近接温度センサ40を、ウィットネスピース（すなわち、埋め込まれた熱電対プローブを含む基板材料の試料）、あるいは支持ピン23（図1（b））内に埋め込んだ熱電対、または基板の温度を直接的に測定する適当な構成の高温計で置き換えてもよい。また、ガス供給アーム及びオリフィスの数、形状及び方向は、基板の大きさ、形状及び方向、そして熱処理装置の他の部分の特定な構成に応じて変化してもよい。

【0023】本発明の範囲内において、さらに他の実施形態が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は、回転可能な縁環すなわち基板支持環上に支持した基板を熱処理する装置を示す概略的な側面図であり、（b）は、複数の支持ピン上に旋回可能に支持した基板を熱処理する装置を示す概略的な側面図である。

【図2】回転可能なガス供給システムを含む、基板を熱処理する装置を示す概略的な側面図である。

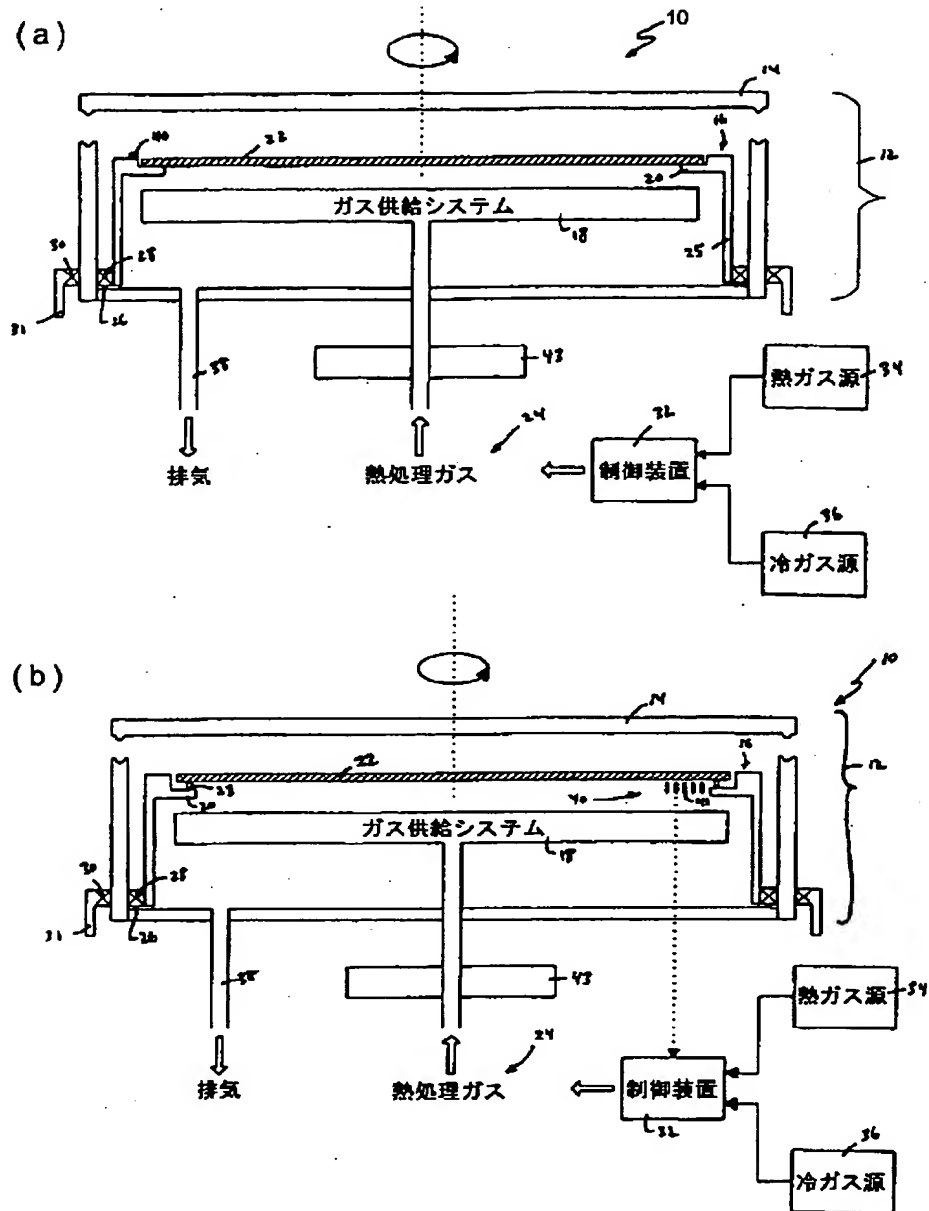
【図3】（a）及び（b）は、ガス供給システムを示す概略的なそれぞれ側面図及び平面図である。

【図4】（a）及び（b）は、代替的なガス供給システムを示す概略的な側面図及び平面図である。

【図5】基板の上面にガスを供給するように配置したガス供給システムを含む、基板を熱処理する装置を示す概

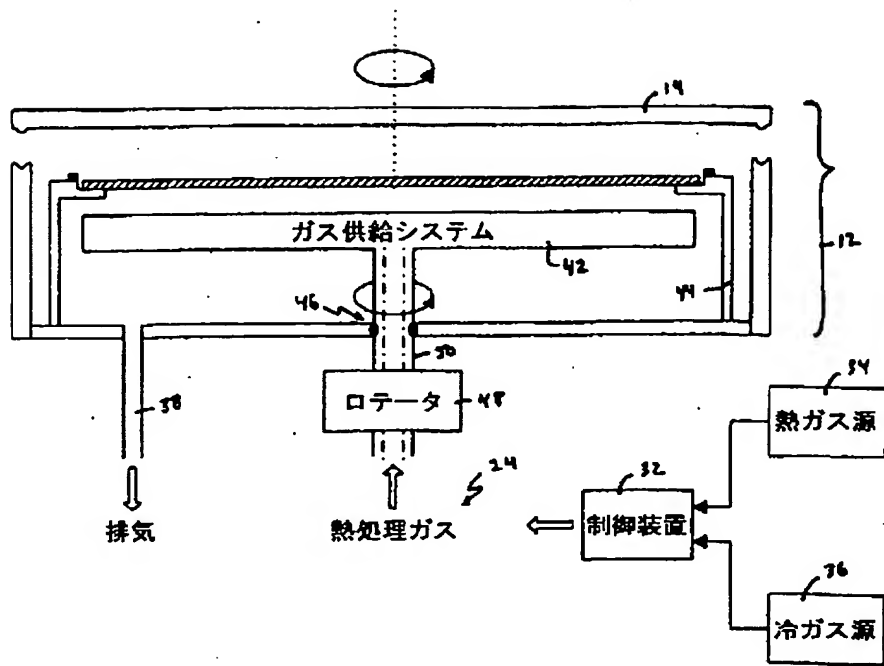
略的な側面図である。

【図 1】

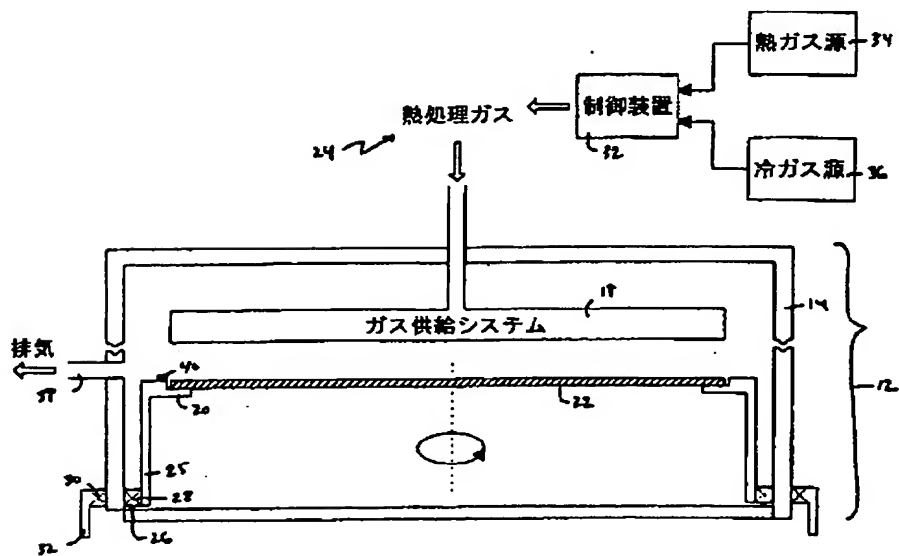




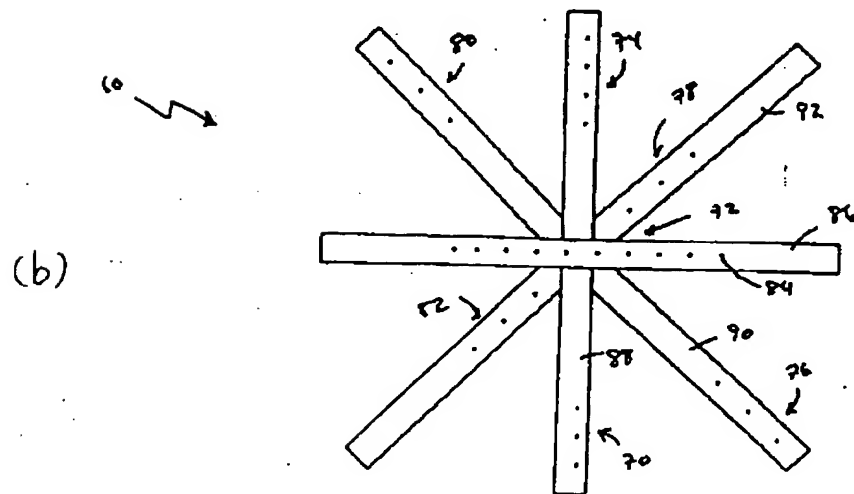
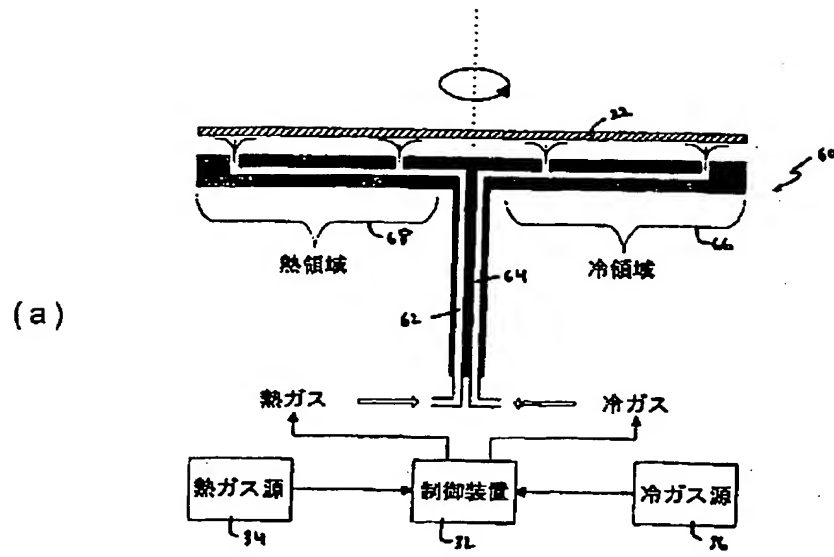
【図 2】



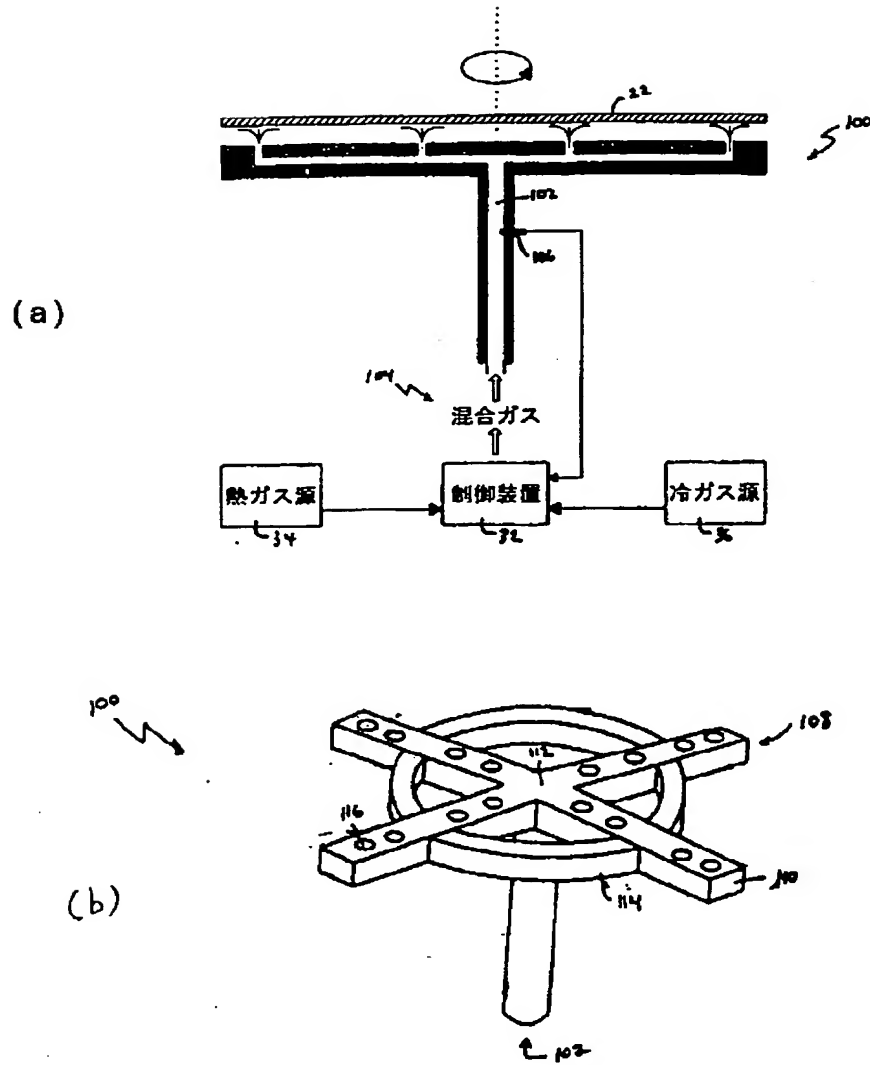
【図 5】



【図 3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: holes between words.

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**